

**PENILAIAN TAHAP TRIHALOMETANA DALAM
AIR MINUM :
Keupayaan Menyingkirkannya Melalui Kaedah Rawatan Biasa**

Maketab Mohamed
Ahmad Tajudin Jab*

Program Kejuruteraan Alam Sekitar
Jabatan Kejuruteraan Kimia
Fakulti Kejuruteraan Kimia dan Kejuruteraan Sumber Asli
Universiti Teknologi Malaysia
Kuala Lumpur

ABSTRAK

Trihalometana merupakan salah satu hasil-sampingan dari proses pengklorinan air di loji rawatan air. Kajian sedang dijalankan untuk mengetahui tahap kepekatananya di dalam air paip bekalan di sekitar Kuala Lumpur. Hasil kajian terhadap 12 kawasan yang diambil secara rambang telah menunjukkan bahawa 3 spesis trihalometana telah dapat dikesan di dalam air minum dan klorofom merupakan spesis yang utama. Kebanyakan air bekalan berada pada tahap yang disyorkan oleh WHO (30 ug/l) tetapi terdapat satu kawasan di mana tahap trihalometana melebihi 400 ug/L Kajian selanjutnya akan dijalankan di loji-loji rawatan air untuk menentukan keupayaan kaedah rawatan biasa (conventional treatment) dalam menyingkirkan trihalometana serta pelari terdahulunya (precursors).

PENGENALAN

Trihalometana merupakan suatu kumpulan sebatian halogen-organik yang berdasarkan metana di mana tiga dari empat atom hidrogen telah digantikan dengan atom-atom halogen iaitu klorin, bromin and iodin. Sepuluh sebatian mungkin terhasil dari kombinasi atom-atom halogen tersebut. Rajah 1 menunjukkan struktur dan nama kepada sepuluh spesis trihalometana yang dimaksudkan. Walaubagaimanapun, sehingga kini sejak kajian ini dijalankan cuma spesis 1,2 dan 3 sahaja yang dikesan di dalam air minum. Kajian awal yang dilakukan oleh Rook (Rook, 1974) telah mengesan 4 spesis pertama di Belanda dan juga oleh beberapa orang penyelidik lain seperti Trussell (Trussell et al, 1979), Dressman (Dressman et. al, 1979) dan lain-lain. Enam spesis yang lain tidak digunakan dalam mana-mana penyelidikan mengenai trihalometana. Oleh yang demikian, trihalometana merupakan jumlah kepada empat spesis yang pertama sahaja.

* Pelajar Ijazah Lanjutan, Sarjana Kejuruteraan Alam Sekitar (Secara Kerjakursus). Projek penyelidikan ini merupakan sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan Ijazah sarjana dalam bidang berkaitan.

STRUCTURAL FORMULAS AND NAMES
OF THE TRI-HALOMETHANES

Formula	Name	Formula	Name
1. $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	Trichloromethane (Chloroform) CHCl_3	6. $\begin{array}{c} \text{I} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{Cl} \\ \\ \text{Br} \end{array}$	Bromoiodochloromethane CHClBrI
2. $\begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	Bromodichloromethane CHBrCl_2	7. $\begin{array}{c} \text{I} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{I} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	Chlorodiodomethane CHClI_2
3. $\begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{Cl} \\ \\ \text{Br} \end{array}$	Dibromochloromethane CHBr_2Cl	8. $\begin{array}{c} \text{I} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{Br} \\ \\ \text{Br} \end{array}$	Dibromoiodomethane CHBr_2I
4. $\begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{Br} \\ \\ \text{Br} \end{array}$	Tribromomethane (Bromoform) CHBr_3	9. $\begin{array}{c} \text{I} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{Br} \\ \\ \text{I} \end{array}$	Bromoiodiodomethane CHBrI_2
5. $\begin{array}{c} \text{I} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	Dichloriodomethane CHCl_2I	10. $\begin{array}{c} \text{I} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{I} \\ \\ \text{I} \end{array}$	Triiodomethane (Iodoform) CHI_3

Rajah 1 - Struktur formula dan spesies trihalometana

Trihalometana telah pertama kali ditemui oleh Rook (Rook,1974) dan penemuan yang sama telah dilaporkan di Amerika Syarikat (Bellar et al,1974). Satu kajian menyeluruh telah dijalankan di negara tersebut yang dikenali sebagai National Organic Reconnaissance Survey atau NORS (Symon et al, 1975) di mana kesemua air minum yang dibekalkan ke 80 bandar yang diuji telah didapati mengandungi 4 spesis trihalometana pada tahap kepekatan yang berbeza. Kajian yang selanjutnya (National Organic Monitoring Survey atau NOMS,1977) di 113 kawasan bekalan air telah memberikan keputusan yang sama dan suatu rumusan telah diakui bahawa trihalometana adalah dihasilkan melalui proses pengklorinan air minum (Rook,1975). Had maksima (Maximum Contamination Limit) akhirnya telah dipersetujui (NIPDWR : Final rule,1983) pada tahap 100 ug/l bagi semua bekalan air kepada komuniti melebihi 10,000 orang.

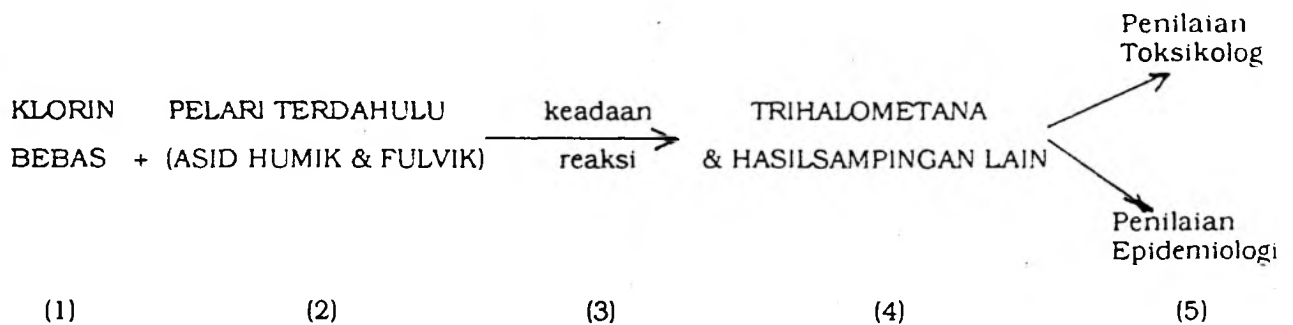
Di Malaysia, maklumat mengenai tahap trihalometana di dalam air minum belum diketahui. Walaupun kajian yang seumpama telah dijalankan di Jabatan Bekalan Air Negeri Sembilan, namun fungsi utamanya hanyalah untuk mengkaji keberkesanan penggunaan ozon di Loji Air Sungai Linggi sahaja, yang terkenal dengan pencemaran sumber air mentahnya.

Tujuan projek penyelidikan ini ialah untuk menilai tahap bahan organik tersebut di dalam air minum di sekitar Bandaraya Kuala Lumpur yang mempunyai penduduk melebihi 1 juta. Kawasan-kawasan yang telah dibuat penyelidikan ialah Ampang, Cheras, Selayang, Kepong, Gombak, Kampung Pandan, Sungai Besi, Sentul, Setapak, Keramat, Damansara dan Bangsar. Kod-kod kawasan (S1- S12) yang digunakan adalah tidak sama seperti urutan kawasan yang dinyatakan untuk mengelak kontroversi. Lokasi bagi setiap kawasan adalah dibuat secara rambang.

Fasa pertama projek penyelidikan ini ialah untuk meninjau kepekatan trihalometana di lokasi-lokasi yang dinyatakan di atas. Ini diharapkan dapat memberi suatu gambaran kasar tentang kualiti air minum di sekitar Kuala Lumpur. Selain dari trihalometana, parameter-parameter lain juga diuji. Fasa kedua akan dijalankan di beberapa loji rawatan air yang akan dikenalpasti berdasarkan keputusan yang diperolehi dari fasa pertama. Pada fasa ini, kajian akan dibuat mengenai kepekatan pelari terdahulu trihalometana (trihalomethane precursors) pada sumber air mentahnya. Kebenaran dari Jabatan Bekalan Air, Selangor telah diperolehi untuk mengambil contoh air di loji-loji rawatan air. Tiga buah loji akan dipilih mengikut kategori berikut: (1) Loji yang menyebabkan tahap trihalometana yang tinggi hasil dari keputusan di fasa pertama, (2) Loji yang sumber airnya tercemar oleh buangan-buangan industri, dan (3) Loji air yang memproses air dari sumber yang tidak tercemar. Keupayaan kaedah rawatan biasa akan dinilai prestasinya dalam menyingkirkan atau mengurangkan kadar penghasilan trihalometana serta pelari terdahulunya.

MEKANISMA PEMBENTUKAN DAN KESAN KEPADA KESIHATAN

Mekanisma sebenar dalam pembentukan trihalometana adalah sehingga kini tidak diketahui. Pembentukan trihalometana semasa memasukkan klorin ke dalam air yang sedang dirawat dikatakan kerana tindakbalas asid hipokloros(HOCl) ke atas bahan humik natural, iaitu asid humik dan asid fulvik, dan bukannya sebatian organik yang berasal dari pencemaran air industri. Secara amnya, trihalometana dihasilkan seperti berikut (Ram, 1986), (Berger, 1987):-



Beberapa isu yang penting ialah:-

1. Klorin bebas(HOCl) dan lain-lain bahan membasmi kuman menghasilkan hasilsampingan organik.
2. Tindakbalas sebenar dengan bahan membasmi kuman tidak diketahui. Bahan organik pelari terdahulu tidak diketahui struktur kimianya.
3. Kadar tindakbalas dipengaruhi oleh sifat-sifat air. Trihalometana dipengaruhi oleh suhu air, pH, kepekatan pelari terdahulu, dos klorin dan masa (Varma et al, 1981), (Trussell & Umphres, 1978).
4. Terdapat banyak jenis hasilsampingan pada kepekatan ppb. Mengenalpasti hasilsampingan yang spesifik adalah sukar dan kos yang tinggi. Sesuatu metodologi tidak dapat mengenalpasti/mengesan semua hasil sampingan.
5. Kesan kepada alam sekitar sukar untuk dibuktikan. Proses penilaian merupakan suatu bidang yang sedang aktif.

Klorofom, spesis trihalometana yang sentiasa dikesan melebihi dari spesis yang lain, adalah didapati boleh menyebabkan kanser kepada binatang pada dos yang tinggi (Drinking Water and Health, 1980). Oleh kerana corak metabolik di antara manusia dan binatang(tikus) adalah serupa secara kualitatif, klorofom berkemungkinan boleh menyebabkan

kanser kepada manusia. Kajian epidermiologik juga melapurkan klorofom membahayakan manusia. Pendapat yang lebih konservatif (Tardiff, 1977), mengatakan bahawa realiti kepada bahaya yang disebabkan oleh klorofom berada di antara tiada bahaya kepada buah pinggang dan hati, sehingga risiko barah termaksima (maximum cancer risk) pada 1.6 /sejuta penduduk setahun. Kesan yang disebabkan oleh spesis lain tidak dilapurkan dengan mendalam.

BAHAN DAN KAEDAH

Pada fasa pertama, parameter yang dianalisa adalah seperti berikut:-

- 1) Trihalometana (instantaneous)
- 2) Parameter fizikal; pH, kekeruhan, jumlah bahan terampai
- 3) Baki klorin (bebas)
- 4) Bromin

Pada fasa kedua, parameter yang akan dianalisa ialah:-

- 1) Trihalometana(instantaneous)
- 2) Trihalometana(terminal)
- 3) Phenol
- 4) BOD, COD, TOC
- 5) Bromin
- 6) Parameter fizikal; pH, kekeruhan, jumlah bahan terampai

Proses penganalisaan terbahagi kepada prosedur berikut :-

- a) Pengambilan contoh air
- b) Storan dan pengawetan
- c) Analisa parameter lain.
- d) Analisa trihalometana.

a) Pengambilan contoh air

Contoh air diambil dari 12 kawasan yang disebutkan secara rambang. Tempat yang paling mudah air diperolehi ialah di stesen minyak yang berada dalam lingkungan kawasan berkenaan. Contoh air diambil dari "stand pipe" untuk memastikan ianya merupakan bekalan terus dari paip bekalan JBA. Botol yang digunakan ialah berisipadu 300 ml dari jenis screw-cap serta mempunyai septum-seal. Pada setiap tempat, 2 botol diperlukan untuk analisa trihalometana dan untuk parameter lain.

Botol untuk analisa trihalometana(instantaneous) perlu dimasukkan 1 ml 3% natrium thiosulfat untuk memusnahkan baki klorin (Brette, 1979). Air dari "stand-pipe" dibiarkan mengalir beberapa minit sebelum dimasukkan ke dalam botol. Aliran mestilah perlahan dan gelora perlu dielakkan kerana trihalometana adalah mudah beruwap (volatile). Botol air contoh mestilah bebas udara pada setiap masa.

b) Storan dan pengawetan

Contoh air biasanya diambil satu hari sebelum analisa dibuat. Semasa pencontohan air dilakukan, botol air contoh dimasukkan ke dalam bekas berisi ais. Di makmal, air contoh dipindahkan ke dalam peti ais dan diawet pada suhu 0°C. Sebelum dianalisa, botol air contoh dibiarkan sehingga suhunya berada pada suhu bilik.

c) Analisa parameter lain

Secara amnya, parameter selain daripada trihalometana dianalisa berdasarkan kaedah piawai (Standard Methods, 1989) dan juga menggunakan alat Hach Spectrophotometer Model DR 2000.

d) Analisa trihalometana

Trihalometana terbahagi kepada dua : instantaneous dan terminal. Yang membezakan keduanya ialah cara contoh air diambil. Trihalometana (instantaneous-Inst.THM) mengukur kepekatan ketika contoh air diambil. Oleh kerana analisa tidak dapat dibuat serta merta, baki klorin yang ada di dalam air perlu dimusnahkan kerana baki klorin akan bertindakbalas dengan pelari terdahulu yang terdapat di dalam air tersebut. Apabila dianalisa, nilai trihalometana akan meningkat dari nilai ketika contoh air diambil.

Trihalometana (terminal-Term.THM) mengukur pertambahan kepekatan dalam selang masa tertentu (biasanya 7 hari). Ia digunakan untuk memberikan gambaran mengenai kepekatan pelari terdahulu atau disebut juga "trihalometana (formation potential-THMFP)" di mana :

$$\text{THMFP} = \text{Term.THM} - \text{Inst.THM}$$

Pengambilan contoh air bagi Term.THM tidak memerlukan sodium thiosulphate.

Kaedah yang paling diakui untuk menganalisa kepekatan trihalometana ialah dengan menggunakan purge-and-trap (Dressman et. al., 1979) seperti yang telah dicipta oleh Bellar dan Lichtenberg (Bellar & Lichtenberg, 1974). Kaedah yang sama telah digunakan dalam projek penyelidikan ini. Alat ini dipasang terus kepada kromatografi gas untuk pemisahan kandungan spesis-spesis trihalometana. Dinyatakan di bawah maklumat terperinci bagi purge-and-trap, kromatografi gas dan alat pengesan (detector) yang digunakan.

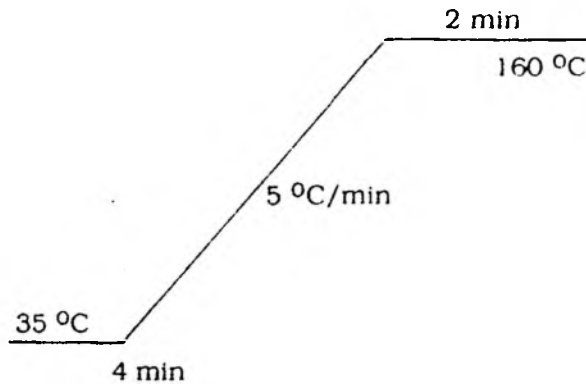
EPA Method 601

<u>Purge-and-trap</u>	Model : 4460A, Trap = Tenax (#1)
	Purge time = 11 min (40 ml/min)
	Sample volume = 5 ml
	Desorb time = 4 min
	Bake time = 20 min

Column

J & W Scientific, Cat. No: 125-1334
30 m x 0.53mm ID
Film thickness 3.0 μm

Temperature programming



Carrier flow = 30 ml/min (He)
Injector temperature = 130 °C
Detector temperature = 300 °C

Detector

Electrolytic Conductivity Detector(ELCD)
Mode = Halogen
 H_2 flowrate = 90 ml/min(50 psi)
 $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ flowrate = 30 $\mu\text{l}/\text{min}$
Reactor temperature = 90 °C

THM standard

THM mixture contains all 4 species at concentration of 0.1 mg/ml each in methanol.

Dilution factor

10 μl of standard into 100 ml to make 100 ppb

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Sehingga kini (April 1993) kajian pada fasa pertama masih belum selesai. Setiap kawasan dirancang untuk dilawati 3 kali. Sebanyak 6 kawasan (S1-S6) telah sempat dilawati 3 kali, tetapi 6 kawasan lain cuma dilawati sekali sahaja. Rajah 2 hingga Rajah 7 melapurkan keputusan-keputusan yang diperolehi.

Klorofom merupakan spesis trihalometana yang utama yang dikesan di dalam air minum. Bromodiklorometana dapat dikesan sebanyak 4 kali iaitu di S9, S10 dan S11 sahaja dengan tahap di antara 0.2 - 1.7 ppb. Dibromoklorometana hanya dapat dikesan sekali sahaja iaitu di S6 dengan pada tahap 1.4 ppb. Bromofom tidak dapat dikesan di semua kawasan bekalan.

Masa tahanan (retention time) untuk ketiga-tiga spesis di atas ialah 7.7 minit, 10.3 minit dan 11.2 minit masing-masing (Rajah 5,6 dan 7). Bagi bromofom pula ialah 16.3 minit. Terdapat sedikit perubahan pada masa tahanan dari masa ke semasa.

Dikebanyakan kawasan, tahap trihalometana adalah di bawah nilai 30 ppb seperti yang disyorkan oleh World Health Organization(WHO). Walaubagaimana pun boleh dikatakan bahawa trihalometana dapat dikesan di mana-mana saja dalam saluran paip bekalan. Terdapat satu kawasan (S6) yang ternyata nilai sentiasa tinggi dan melebihi 100 ppb seperti yang dibenarkan di Amerika Syarikat oleh United States Environmental Protection Agency (USEPA). Beberapa contoh air dari kawasan ini akan diambil lagi untuk memastikan bahawa tahap trihalometananya sentiasa tinggi dari kawasan-kawasan lainnya. Jika benar, bekalan air kepada kawasan berkenaan boleh membahayakan penduduk-penduduk sekitarnya.

Tahap trihalometana pada sesuatu kawasan didapati berubah-ubah setiap masa. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan trihalometana seperti kualiti air mentah, dos klorin, pH dan sebagainya menyebabkan keadaan demikian. Ada kemungkinan bahawa kawasan-kawasan yang berada di bawah tahap 30 ppb ketika ujian dijalankan, di masa-masa yang lain tahapnya jauh melebihi nilai tersebut. Oleh yang demikian, satu kajian untuk jangka masa yang panjang perlu dilakukan untuk melihat sejauh mana perubahan-perubahan ini berlaku.

Nilai pH kawasan bermasalah S6 adalah tinggi. Mengikut kajian oleh Varma(Varma et al.,1981), pembentukan trihalometana akan meningkat dengan ketinggian pH. Oleh kerana kawasan lain juga mempunyai pH yang tinggi (S4), sedangkan tahap trihalometana adalah rendah; andaian yang dapat dibuat ialah bahawa pelari terdahulu(asid humik dan fulvik) bagi S6 adalah tinggi kepekatananya. Faktor yang lain ialah lebih tinggi dos klorin yang digunakan untuk merawat air mentahnya. Kajian lebih terperinci akan dijalankan di loji air yang membekalkan air ke kawasan tersebut dengan kebenaran dari pihak JBA, Selangor(salinan surat dikembarkan).

Paras pH di dalam air minum mempunyai hubungan yang langsung dengan keupayaan membasmi kuman. Julat pH yang dicadangkan (DOE, 1986) ialah di antara 6.5 - 8.5. Pada paras melebihi 8.5, ion OCl^- berada pada paras 90% manakala selebihnya ialah asid hipokloros($HOCl$) (Rajah 8). Keupayaan membasmi kuman adalah terletak kepada $HOCl$, yang bertindak dengan berkesan untuk memusnah sistem enzim sel bacteria. Sebagai-bandingan, jika $HOCl$ memerlukan diantara 0.5-1.0 ppm selama 30 minit untuk tujuan membasmi kuman, OCl^- memerlukan 100 ppm untuk tujuan yang sama (Ram, 1986). Monokloramina adalah didapati lebih efektif dari OCl^- yang memerlukan 25 ppm. Oleh yang demikian, selain daripadanya meningkatkan tahap trihalometana, kenaikan pH juga mengurangkan keupayaan membasmi kuman di dalam air minum.

KESIMPULAN

Berdasarkan keputusan yang diperolehi, tahap trihalometana di sekitar Kuala Lumpur adalah rendah, kecuali kawasan S6. Ini adalah kerana proses pengklorinan air merupakan proses yang terakhir yang dijalankan di loji-loji air selepas penapisan. Di negara-negara barat, tahap trihalometana adalah lebih tinggi kerana "pre-chlorination" dilakukan di mana air mentah dimasukkan klorin terlebih dahulu sebelum diikuti dengan proses-proses yang lain bagi tujuan menghilangkan bau serta pembiakan algae.

Loji rawatan air yang membekalkan air ke kawasan S6 memerlukan tindakan tertentu untuk mengurangkan tahap trihalometananya. Kajian lebih terperinci perlu dibuat di loji tersebut terutama dari segi mutu air mentah serta dos klorin yang digunakan. Paras baki klorin boleh dikurangkan lagi kerana paras yang dicadangkan untuk tujuan pembasmian kuman adalah tidak kurang daripada 0.2 ppm sahaja.

PENYELIDIKAN LANJUTAN

Penyelidikan selanjutnya harus ditumpukan kepada kaedah yang paling praktikal untuk mengurangkan tahap trihalometana di sistem agihan air. Di negara-negara maju, penggunaan karbon teraktif adalah meluas tetapi mungkin tidak dapat dilaksanakan di negara ini kerana kos yang tinggi.

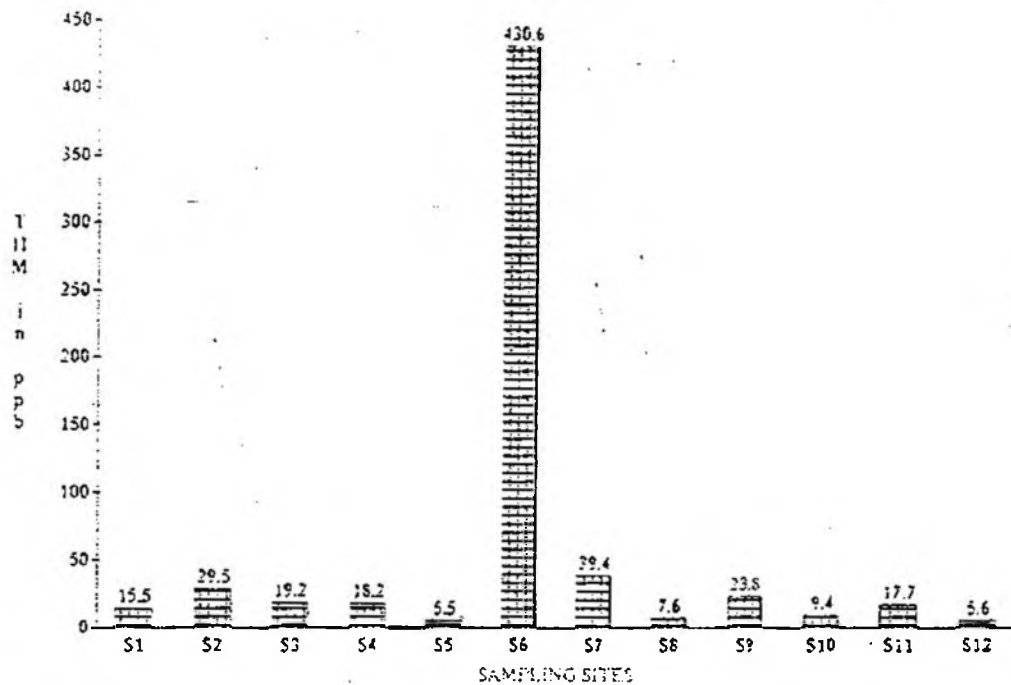
PENGHARGAAN

Pengarang ingin menyampaikan setinggi-tingginya penghargaan kepada organisasi dan individu berikut:

1. Unit Penyelidikan dan Perundingan, UTM di atas sumbangan kewangan membiayai projek penyelidikan ini.
2. Puan Noraini Shair dari Jabatan Bekalan Air, Negeri Sembilan yang telah membantu dalam penggunaan gas chromatography.
3. Jabatan Bekalan Air, Selangor yang telah membenarkan kajian dibuat di loji-loji air di Negeri Selangor.

TRIHALOMETHANE LEVELS IN DRINKING WATER

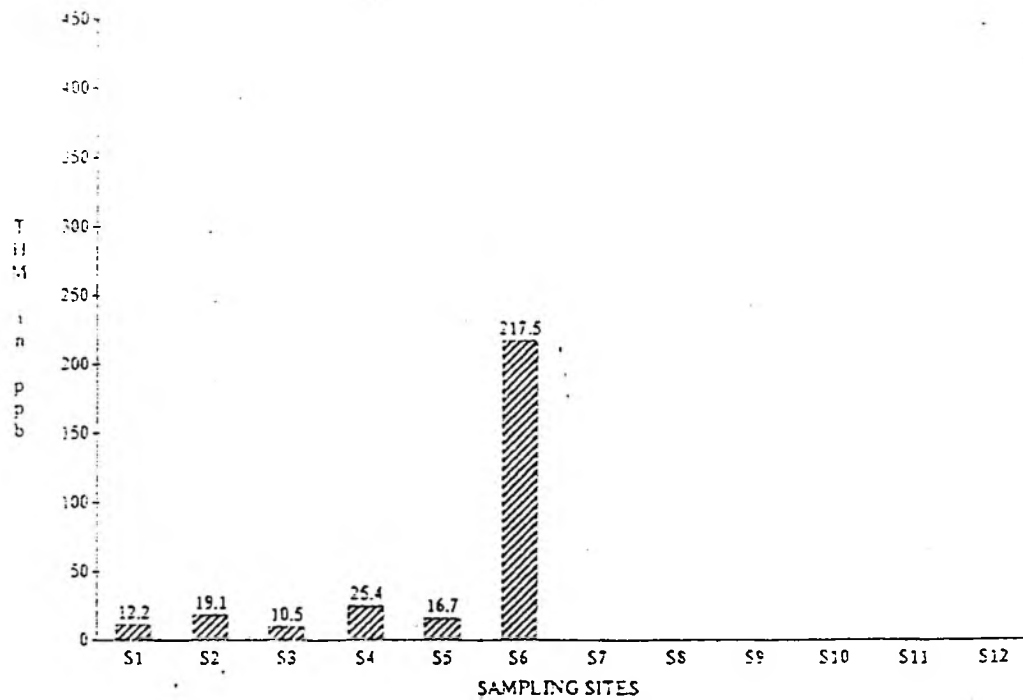
(Sampling on 7.3.93 and 17.3.93)



PARAMETER	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Tarikh Penconthohan	7 hb. March 1993						17 hb. March 1993					
Tarikh Analisa	8 hb. March 1993						16 hb. March 1993					
pH	7.09	6.71	6.57	6.72	6.48	8.49	6.3	6.95	8.42	6.78	8.61	9.19
Baki Klorin(ppm)	0.79	0.04	1.46	1.44	1.58	0.89	1.31	0.44	0.18	0.47	0.1	1.69
Bromin(ppm)	0.67	0.18	1.56	4.66	1.82	1.5	3.73	1.57	0.73	1.41	0.6	7.14
Kekeruhan(NTU)	4.3	3	8.6	1.5	3.2	1.7	3.3	4.4	2.6	1.9	1.7	1.6
J.B Terampai(ppm)	1.4	1.2	2	1	0.4	2	4	4.6	5.4	5	2.4	2.4

TRIHALOMETHANE LEVELS IN DRINKING WATER

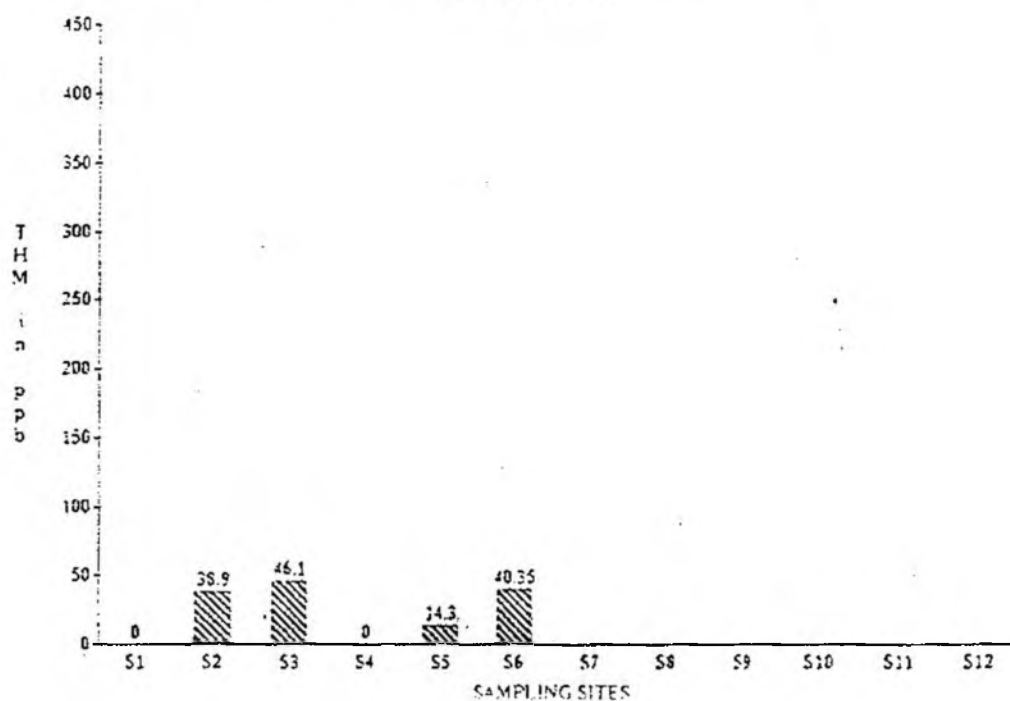
(Sampling on 14.3.93)



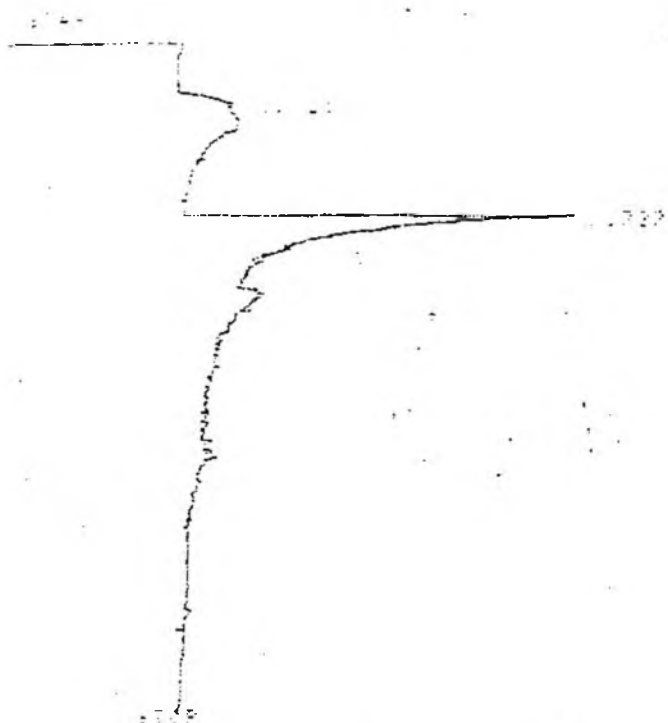
PARAMETER	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Tarikh Pencontohan	10 hb. March 1993											
Tarikh Analisa	11 hb. March 1993											
pH	6.62	6.68	6.58	9.24	5.22	9.1						
Baki Klorin(ppm)	0.11	1.45	1.13	1.61	0.84	1.77						
Bromin(ppm)	0.2	1.96	1.71	4.4	1.15	2.66						
Kekeruhan(NTU)	2.7	3.2	2.5	1.7	2.6	2						
U.B Terampai(ppm)	0.6	1.6	2	1.2	1.4	1.4						

TRIHALOMETHANE LEVELS IN DRINKING WATER

(Sampling on 14.3.93)



PARAMETER	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Tarikh Pencontohan	14 hb. March 1993											
Tarikh Analisa	16 hb. March 1993											
pH	6.89	7.49	7.09	9.31	7.42	9.34						
Baki Klorin(ppm)	1.24	0.56	2.86	1.37	0.4	2.08						
Bromin(ppm)	3.18	1.74	5.96	4.14	1.23	4.9						
Kekeruhan(NTU)	3.8	2.7	5	2.1	3.3	2						
J.B Terampai(ppm)	5.2	2.6	3.4	0.4	0.6	4.2						



CLOSING SIGNAL FILE: SIGNAL.BNC
 SAVING REPORT TO: SIG1FOPT70.RPT

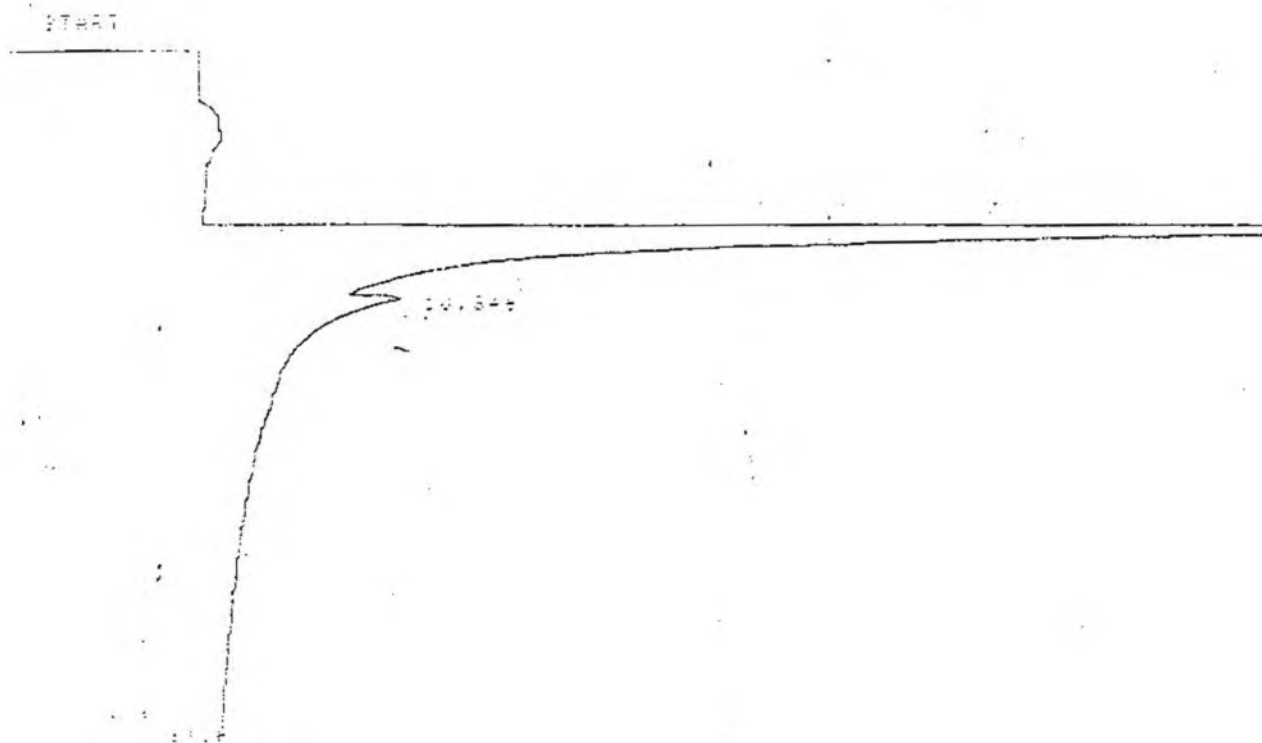
RUNE 10 JAN 15, 1991 01:27:23

SIGNAL FILE: SIGNAL.BNC
 REPORT FILE: SIG1FOPT70.RPT
 ETO-LPS-

RT TIME	AREA	WIDTH	HEIGHT	ORIG	AMOUNT	NAME
12.210	291233	.274	177013	12	12.210	CH013

TOTAL AREA=3229233
 MUL FACTOR=1.0000E-06

Rajah 5 - Kromatogram menunjukkan cuma satu spesis dikesan.



CLOSING SIGNAL FILE: MISC.NAL.BND
 Storing Report to MISC:FE2597.BAT
 DIRECTORY: FULL

RUN# 15 JAN 15, 1991 00:31:58

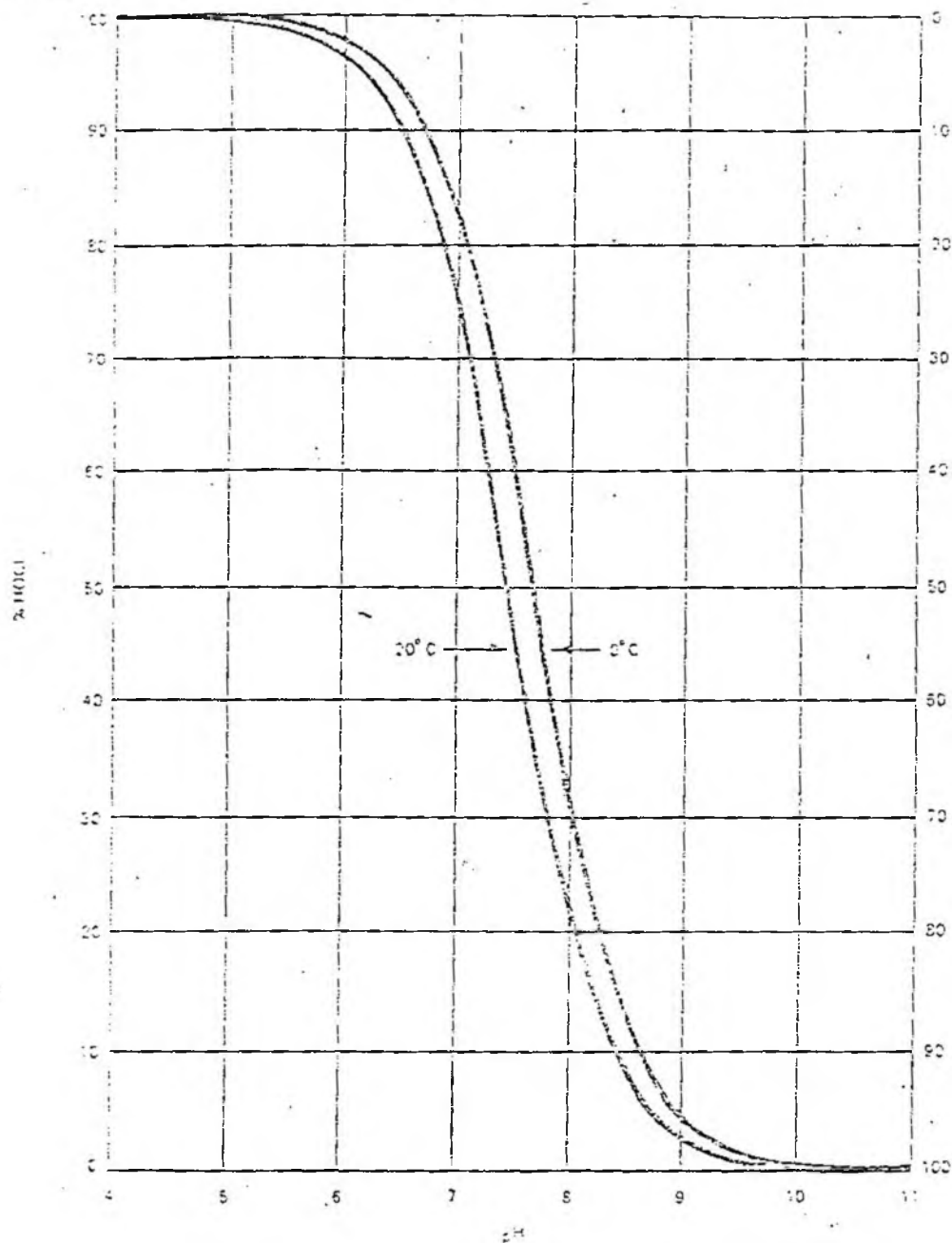
SIGNAL FILE: MISC.NAL.BND
 ESTD-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	CHL	AMOUNT	NAME
7.773	112	11950000	1.98	121151	12	217.447	C-013
10.142	112	143745	1.619	15477	2	5.265	C-BAC11

TOTAL FPE=45.21941-07
 MUL FACTOR=1.00001-00

Rajah 6 - Kromatogram menunjukkan 2 spesis dikesan.

Rejiah 7 - Kromatogram menunjukkan 3 spesies di'kesan.



Rajah 8 - Taburan di antara HOCl dan OCl⁻ berbanding dengan pH